

‘Geolodía 13 Madrid’: excursión al plutón granítico de La Cabrera

El pasado 11 y 12 de mayo se celebró el Geolodía 2013 con diferentes actividades, normalmente excursiones abiertas a todo tipo de público, para impulsar la divulgación de la geología, dar a conocer el variado patrimonio geológico y concienciar a la población de la necesidad de protegerlo.

TEXTO | Carlos Villaseca*, Cecilia Pérez-Soba, David Orejana, Enrique Merino* y Elena Pérez Monserrat*, licenciados en CC. Geológicas. Dpto. Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, UCM. *Instituto de Geociencias IGEO (UCM, CSIC).

FIGURAS | VV.AA.

Palabras clave

Geolodía, Madrid, La Cabrera, granitos.

Geolodía es una jornada de divulgación de la geología (figura 1). Nació de una iniciativa aragonesa en el año 2005 (Instituto de Estudios Turolenses y la Universidad de Zaragoza), que a partir del año 2010 se convirtió en una actividad de carácter nacional. La edición actual ha ofertado 54 excursiones repartidas por toda la geografía española, incluyendo Ceuta y los archipiélagos balear y canario.

Las actividades de *Geolodía 13* se han coordinado por la Sociedad Geológica de España (SGE; web de la SGE: www.sociedadgeologica.es/divulgacion). También cuenta con la colaboración de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT) y del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Numerosas entidades locales, tales como universidades, centros de investigación (CSIC), Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG), fundaciones, museos, ayuntamientos, diputaciones provinciales y otros tipos de administraciones (espacios naturales, entre otros) han patrocinado *Geolodía 13*. La Fundación Española para la Ciencia y la tecnología (FECYT), del Ministerio de Economía y Competitividad, patrocina *Geolodía 13* a nivel nacional, financiando en parte esta actividad que es gratuita y abierta a todo tipo de público.

El *Geolodía 2013* de Madrid ha estado guiado por los geólogos Carlos Villaseca (UCM, IGEO: UCM-CSIC), Cecilia Pérez-Soba (UCM), David Orejana (UCM), Enrique Merino (IGEO: UCM-CSIC) y Elena Pérez Monserrat (IGEO: UCM-CSIC), y se realizó en el plutón granítico de la Sierra de La Cabrera. Los objetivos principales de esta excursión fueron: aprender a distinguir tipos de granitos, preguntarse por el origen de magmas y conocer parte de la geología del Sistema Central Español (figura 2).

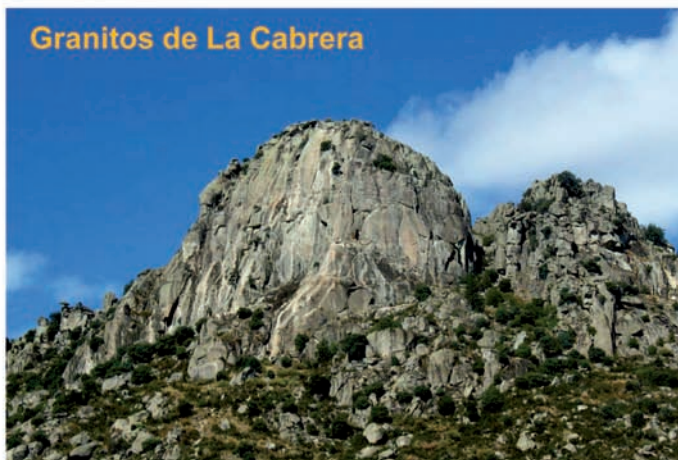
El plutón de La Cabrera (GEOLODÍA 2013 Madrid)

El plutón granítico de La Cabrera es uno de los mejor estudiados del conjunto plutónico (batolito)

geolodía 13

12 de mayo 2013 Madrid

Granitos de La Cabrera



COORDINA:



ORGANIZAN:



COLABORAN:



PATROCINA:



Información detallada del lugar de encuentro y folleto de la excursión en: www.sociedadgeologica.es

Autores y monitores:

Carlos Villaseca, Cecilia Pérez-Soba, David Orejana, Enrique Merino y Elena Pérez Monserrat.
Dpto. Petrología y Geoquímica, Facultad de Ciencias Geológicas, UCM.
Instituto de Geociencias IGEO (UCM, CSIC)

Figura 1. Portada del Geolodía 2013 de Madrid.



Figura 2. Observaciones en los leucogranitos nodulares de La Cabrera durante el Geolodía 2013 de Madrid (parada 2).

del Sistema Central Español. Sobre estos granitos se han realizado varias tesis doctorales (Bellido, 1979; Lozano, 2003; González-Laguna, 2005), ya que presentan uno de los conjuntos pegmatíticos mas variados del sector, con cerca de un centenar de minerales distintos identificados en ellos. Además, es un sector de abundante cantería, siendo el conjunto plutónico de la Comunidad de Madrid más ampliamente explotado como roca ornamental en las últimas décadas. Esto es debido al tono rosado de este granito (tono cálido) que lo hace atractivo para su explotación industrial, y que es relativamente poco común en los granitos del centro de España.

Los granitos de tonos rosas provienen de la fusión de rocas meta-ígneas en zonas profundas de la corteza, a diferencia de la mayoría de los granitos de Iberia (granitos tipo-S) en los que participan en diverso grado fuentes meta-sedimentarias. En la nomenclatura internacional se denominan granitos de tipo-I (I de derivación "meta-ínea"). Se caracterizan por el tono rosado del feldespato potásico. Este carácter *cálido* del granito lo hace muy atractivo para su explotación industrial como roca ornamental. Además, los líquidos residuales de este tipo de magmas graníticos generan muy vistosas y variadas pegmatitas. El granito de La Cabrera es uno (si no el primero) de los plutones españoles donde más variedades de minerales se han descrito en sus bolsadas, vénulas o cavidades pegmatíticas y miarolíticas (pegmatitas con una cavidad o hueco en el centro, a modo de micro-geoda).

El macizo presenta un zonado normal, es decir, tiene litologías en su borde de composiciones más básicas (o pobres en sílice), granodioritas biotítico-anfibólicas, y tipos mucho más blancos y ácidos (leucogranitos biotíticos ss.) en el interior (figura 3). El plutón presenta un contacto neto e intrusivo con las series metamórficas encajantes, compuestas en gran parte por ortogneises, es decir, granitos más antiguos, de otro ciclo magmático previo, que fueron metamorfizados en la orogenia Varisca. El plutón de

La Cabrera está datado en unos 302 Ma. por métodos isotópicos de U-Pb en circones (Casquet *et al.*, 2004).

El plutón de La Cabrera dentro del orógeno Varisco

El orógeno derivado de la colisión de Gondwana con Laurussia recibe hoy el nombre de Varisco o Hercínico, y las rocas metamórficas y magmáticas que entonces se formaron pueden observarse, por ejemplo, desde la Península Ibérica hasta Europa central (Alemania-República Checa-Polonia), pasando por diversos sectores de Francia. Los granitos que forman parte del centro y noroeste peninsular se habrían originado, principalmente, durante las últimas etapas de la orogenia, hace unos 320-300 millones de años. El que la fusión generalizada de la corteza profunda

(media e inferior) ocurra decenas de millones de años después de la colisión de continentes (de 25 a 45 Ma. de desfase) es debido a la necesidad de incubación térmica ligada al proceso de engrosamiento cortical. Estas etapas tardi-orogénicas se caracterizan también porque la cadena de montañas comienza a erosionarse y distenderse, reduciéndose así el espesor de la corteza. Estos fenómenos favorecen, junto con las elevadas temperaturas en profundidad, que amplios sectores de la corteza profunda fundan y que dichos magmas asciendan hasta niveles medios o epizonales, se emplacen y generen rocas graníticas en abundancia.

Ruta por el plutón de La Cabrera

La ruta diseñada para explicar y mostrar las características del plutón a los asistentes comprendió tres paradas.

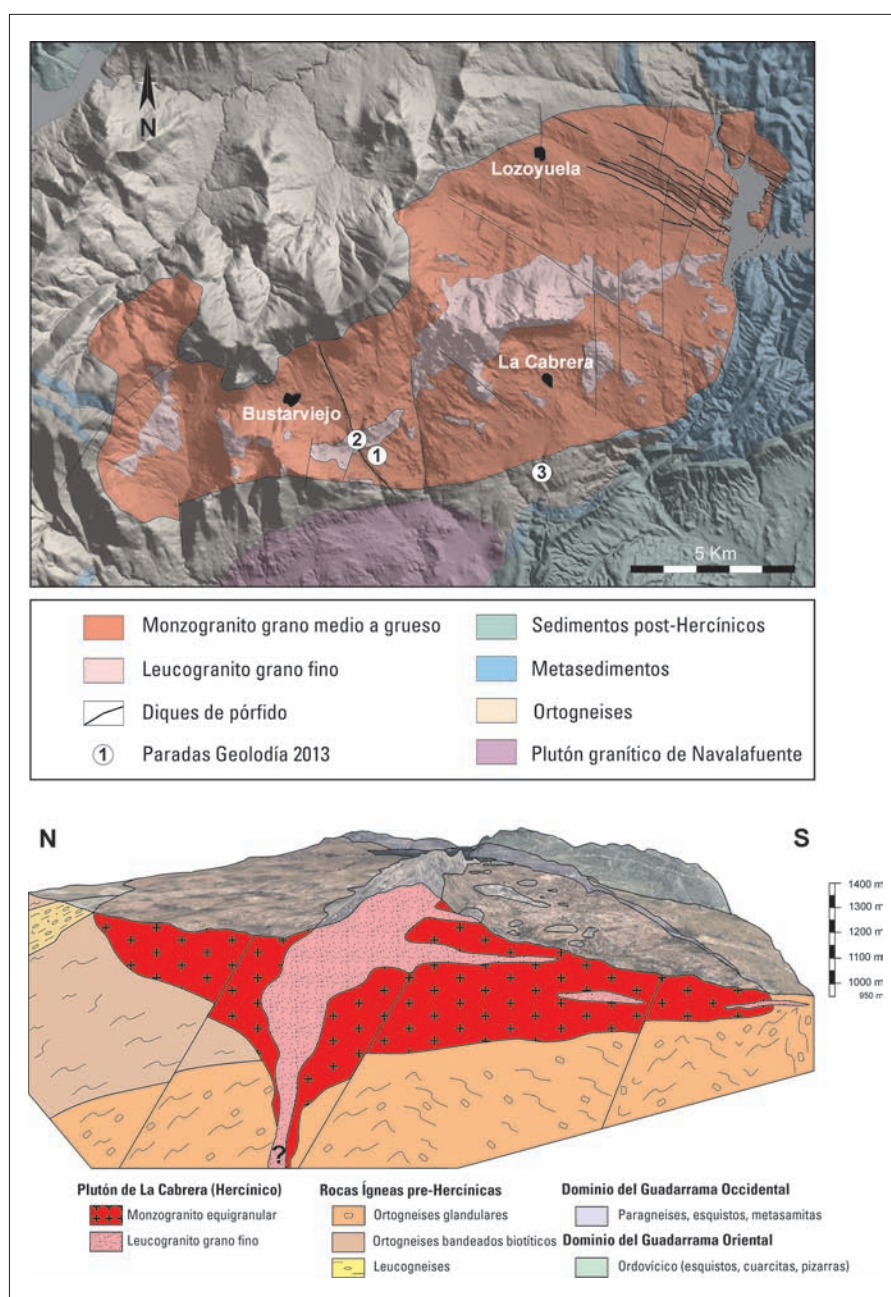


Figura 3. Mapa geológico del plutón de La Cabrera (modificado de Bellido, 1979) y corte esquemático del plutón.

Parada 1. El granito común de La Cabrera y su explotación

Cantera, km 6.1 de la carretera M-631, Cabanillas-Bustarviejo

En esta primera parada se observa la variedad más extendida y común dentro del plutón, en una de las numerosas canteras donde ha sido explotado. El monzogranito del plutón es una variedad equigranular de grano medio a grueso, fundamentalmente biotítico. El feldespato potásico puede tomar la cálida tonalidad rosada por la hidroxidación de inclusiones microscópicas de ilmenita. Este aspecto rosado es característico de los granitos tipo-I.

El granito puede presentar una variedad de enclaves o fragmentos de otros tipos rocosos, que los ha incorporado en distintos momentos de su ascenso y emplazamiento. Hay dos tipos fundamentales de enclaves en este granito: los llamados *xenolitos* o fragmentos de rocas encajantes, ajenas al magma granítico (por ejemplo, fragmentos de ortogneises, metapelitas, esquistos, etc.), y los *enclaves microgranulares máficos*, de origen ígneo, también llamados más descriptivamente negrones o manchones por los canteros (figura 4). Estos enclaves se distinguen porque tienen formas redondeadas (no angulosos o foliados, como los xenolitos), y presentan caracteres mixtos con el granito; es decir, hay una población variada de enclaves que tienden a converger petrográficamente con el propio granito. Su origen se supone ligado a la mezcla física con magmas más máficos (oscuros), contemporáneos con el magma granítico.

En diversas partes de la cantera se observa cómo el monzogranito está intruido por otra variedad granítica del plutón, un leucogranito de grano fino (figura 5). Este granito está compuesto principalmente por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, con una cantidad muy escasa de minerales oscuros (de ahí el término "leucocrático"). A diferencia del monzogranito "común" de La Cabrera, este leucogranito no presenta ningún tipo de enclave, como puede verse en la figura 5. Es una variedad mucho más diferenciada que intruye dentro del monzogranito, aunque temporalmente es prácticamente coetáneo.

La explotación del granito. El granito es una roca de construcción muy utilizada a lo largo de la historia. Así, gran parte del patrimonio arquitectónico de Madrid está construido con granito. Hoy en día se emplea principalmente como roca ornamental. La primera referencia al término granito está hecha en el año 1596 por Andrea Cesalpino, un médico, filósofo y botánico italiano; pero en España siguió denominándose como *pedra berroqueña*, denominación que ha continuado hasta la actualidad y que procede de la palabra *berrueco*, término local referido a las



Figura 4. Tipos de enclaves del monzogranito biotítico equigranular. Arriba, enclave metasedimentario; abajo, enclave microgranular máfico. Nótese la morfología más redondeada y el aspecto granudo del último.

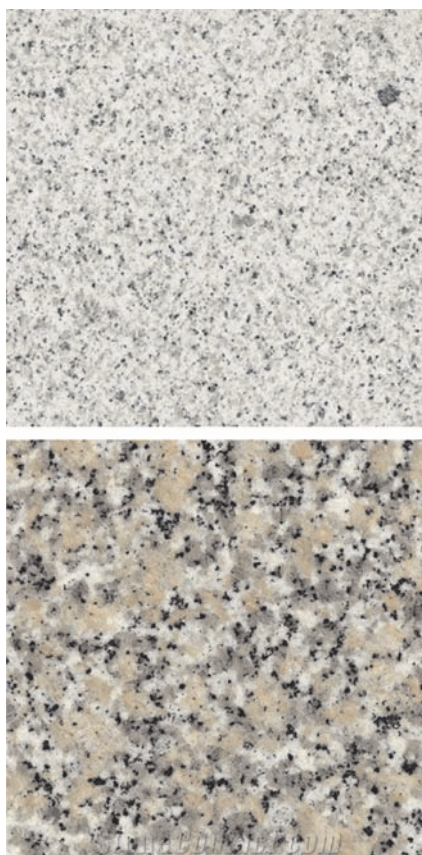


Figura 5. Variedades graníticas del plutón de La Cabrera en placas pulidas. Arriba, leucogranito de grano fino (variedad Blanco Berrocal). Abajo, monzogranito biotítico equigranular de grano medio (facies común) (variedad Crema Cabrera). El aspecto rosado es debido a la alteración de minerales (óxidos de Fe-Ti) incluidos dentro de los cristales de feldespato potásico.

El granito es una roca de construcción muy utilizada a lo largo de la historia. Así, gran parte del patrimonio arquitectónico de Madrid está construido con granito

morfologías aborregadas que presenta el granito en los afloramientos, debido a su meteorización. El término *granito* empieza a utilizarse de manera generalizada en la literatura científica española a partir de 1790. La *pedra berroqueña* del Sistema Central Español incluye granitos s.s., monzogranitos, granodioritas y leucogranitos, procedentes de diversos plutones. La industria del granito español es una de las más importantes del mundo, siendo la Comunidad de Madrid uno de sus principales productores. El plutón de La Cabrera presenta yacimientos con elevada producción donde se extraen bloques de grandes medidas en frentes de explotación de gran longitud y con importantes reservas. Las variedades aquí explotadas corresponden a rocas graníticas claras con tonos blanquecinos (leucogranitos) a grises (monzogranitos) denominadas comercialmente *Blanco Aurora*, *Blanco Berrocal*, *Blanco Castilla*, *Crema Cabrera* y *Crema Champán* (figura 5).

A la hora de valorar la rentabilidad de un afloramiento, se tienen en cuenta aspectos como la potencia de las capas, el régimen de diaclasado, los cambios de color o textura, los recubrimientos o la presencia de enclaves, manchas, bandeados, vetas, diques, etc. El proceso de elaboración del granito consta principalmente de cuatro etapas: extracción del bloque en cantera, transformación del bloque, terminación o labra superficial de las piezas, comercialización y colocación. El granito se explota por bancos en canteras a cielo abierto y el espaciado entre diaclasas determina la orientación más idónea del frente, el modo de apretura de la cantera y el tamaño del bloque natural extraíble (de 6 a 15 toneladas y dimensiones 2.2-3 m de largo x 1.2-1.5 m de ancho y 0.9-1.2 m de alto) (figura 6). Tras el desmonte, los bloques son extraídos mediante perforación y voladura, con hilo diamantado, rozadoras de brazo y disco, lanza térmica y/o chorro de agua. En esta cantera, dada la superficie lisa de los frentes, se cortaron preferentemente con hilo diamantado.



Figura 6. Cantera de granitos de La Cabrera de donde se extrae el tipo Crema Cabrera. Obsérvese los grandes bloques de unas 10 toneladas, cerrando el perímetro de la cantera y bloques recortados, de menor tamaño, en el interior de la misma.

Mediante el acabado superficial de las piezas se proporcionan diferentes grados de brillo o rugosidad, eligiéndose uno u otro tipo según la función y localización de las mismas. El *pulido* otorga una superficie lisa, plana y brillante mediante el empleo progresivo de abrasivos de granulometría más fina, resalta el color y textura de la roca, cierra la porosidad y aumenta su resistencia

Mediante el acabado superficial de las piezas se proporcionan diferentes grados de brillo o rugosidad, eligiéndose uno u otro tipo según la función y localización de las mismas. El *pulido* otorga una superficie lisa, plana y brillante mediante el empleo progresivo de abrasivos de granulometría más fina, resalta el color y textura de la roca, cierra la porosidad y aumenta su resistencia. El *apomazado* es similar al pulido pero la superficie no queda tan brillante. El *abujardado*, acabado tradicional en el que se golpea la superficie con un martillo provisto de pequeños dientes piramidales, proporciona una superficie clara y cierto aspecto rústico. El *flameado* consiste en aplicar a la superficie de la roca una llama a unos 2.800 °C y con una inclinación de 45°, proporcionando un aspecto rugoso y vítreo con efectos cromáticos característicos que aumenta la estabilidad de la superficie frente a la alteración química.

Parada 2. La diversidad de tipos graníticos de La Cabrera

Estación de FC. de Bustarviejo

En esta parada se observan los dos tipos graníticos más abundantes del plutón de La Cabrera, por una parte los monzogranitos equigranulares

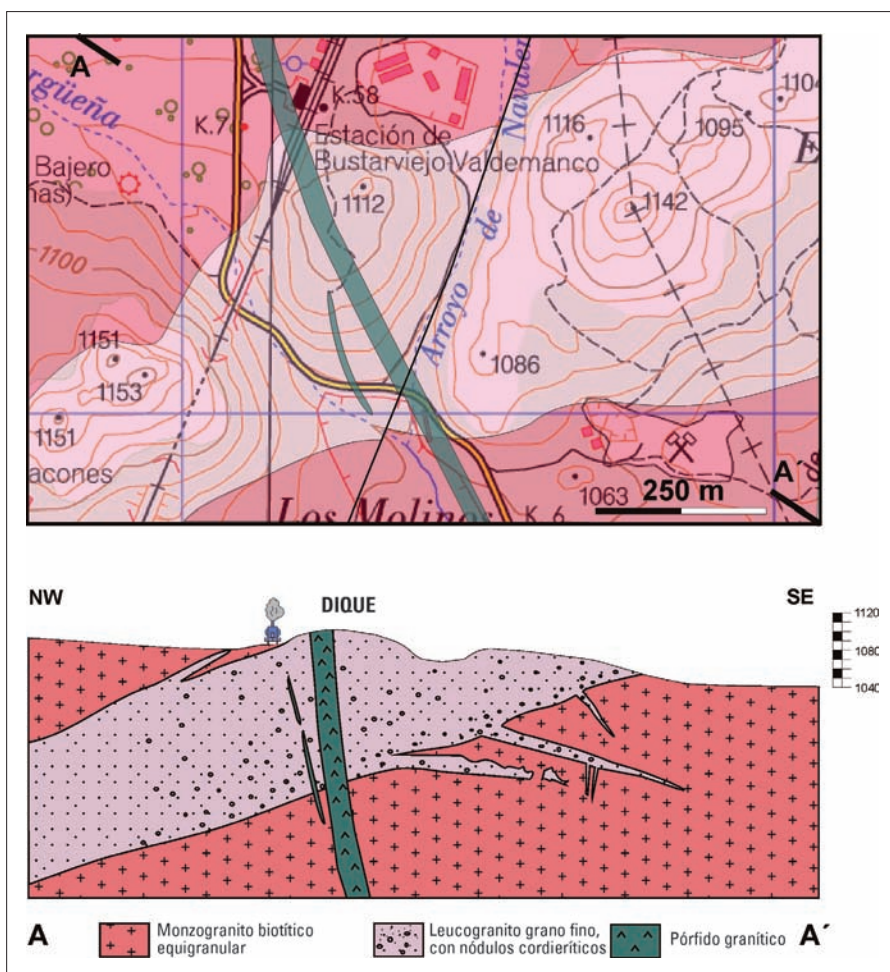


Figura 7. Mapa y corte geológico de los alrededores de la estación de FC. de Bustarviejo-Valdemanco.

Los bloques son transformados en talleres o aserraderos, bien en telares multilama de flejes paralelos, bien en máquinas multidisco con grandes discos diamantados. En los telares el bloque

es aserrado en tableros de unos 2-3 cm de grosor y el telar está constantemente alimentado por una mezcla de agua, cal y granalla, que principalmente facilita el corte y refrigera el conjunto.



Figura 8. Nódulos cordieríticos con característicos halos leucocráticos. Variedad nodular de la parte inferior de la lámina de leucogranitos de grano fino.

de grano grueso dominantes (como los de la parada anterior), y también los leucogranitos de grano más fino que forman las partes más altas del plutón, y la propia Sierra de La Cabrera. Intruyendo a este conjunto plutónico se observa un dique de dirección N155°E y de buzamiento subvertical, relativamente potente (aprox. 30-40 m). Es de granito porfídico, comúnmente denominado *porfido*, por tener una matriz muy fina, que denota el carácter subvolcánico, o de enfriamiento rápido (figura 7).

Los leucogranitos de La Cabrera aparecen en este sector con unos característicos nódulos oscuros, de unos 2-5 cm de diámetro, de naturaleza cordierítica (figura 8). Son agregados micro-pegmatíticos o de intercrecimiento de cuarzo-cordierita, a veces con algo de granate y biotita. La cordierita es una variedad muy férrica y rica en Mn, Na, (Be) y volátiles (Villaseca y Barbero, 1994). El origen de estos nódulos con característicos halos leucocráticos es incierto (Bellido y Barrera, 1979). No obstante, la presencia de coalescencias de nódulos, el intercrecimiento magmático de cuarzo y cordierita, que es, a su vez, muy rica en agua (hasta el 4%), podría indicar una génesis de cristalización rápida (micro-pegmatítica) en sectores con concentración de volátiles (pseudoburbujas?) en el magma. El sector rico en nódulos no muestra una distribución geográfica clara dentro de la intrusión tabular (figura 7). Incluso hay pequeños diques satélites (tal vez ligados a esta lámina central de leucogranitos (figura 7), que contienen gran cantidad de nódulos cordieríticos, lo que confirma el origen ígneo de los nódulos.

Destaca también en estas zonas centrales del plutón la presencia de diquecillos y bolsadas de carácter pegmatítico, normalmente inferiores al metro de dimensión máxima (figura 9). Algunas de estas bolsadas están huecas parcialmente y



Figura 9. Bolsada pegmatítica con borde de cuarzo y feldespatos (minerales magmáticos). Hacia el interior hay una franja verdosa de prehnita y relleno blanco de calcita (minerales hidrotermales) (foto: Lozano, R.).

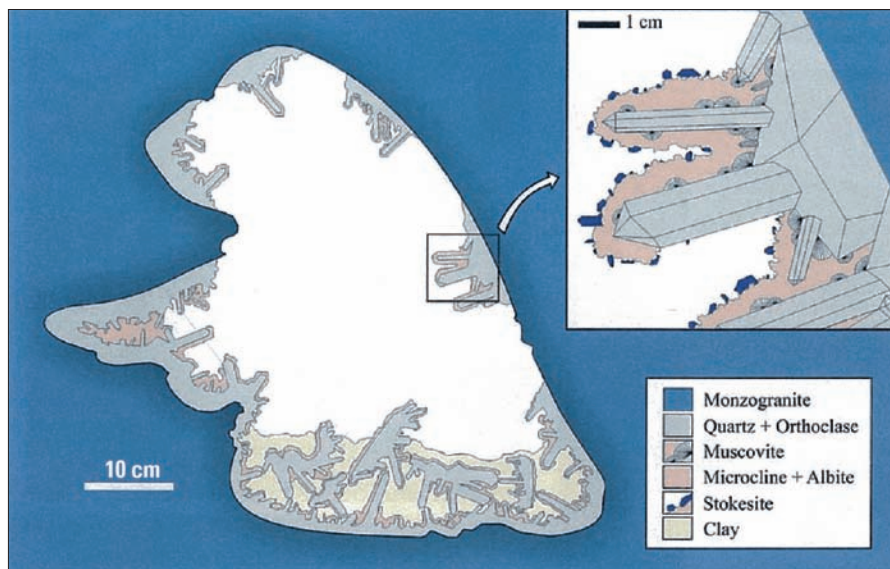


Figura 10. Esquema de una cavidad miarolítica en la que han cristalizado sobre los minerales pegmatíticos dos secuencias de minerales secundarios: (1) hidrotermales de alta y baja temperatura (microclina, albita y stokesita), y (2) el relleno arcilloso, más tardío (tomado de González del Tánago et al., 2012).

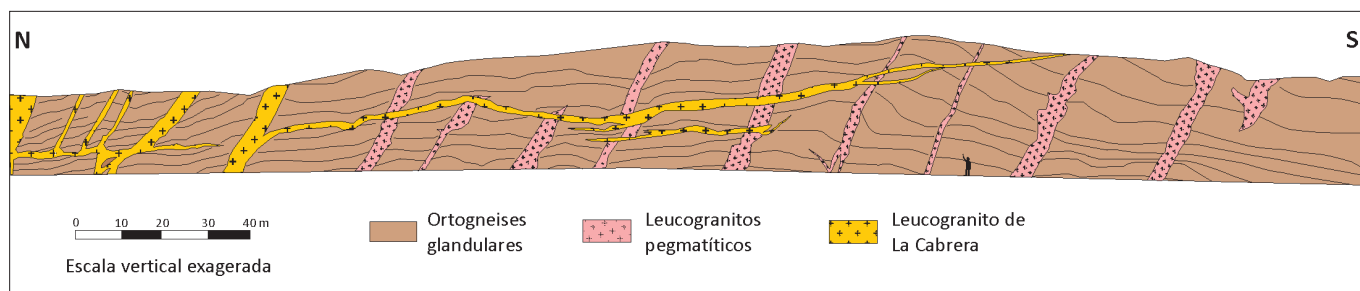


Figura 11. Corte geológico del contacto sur del plutón de La Cabrera.



Figura 12. Aspecto general del meta-granito porfídico de edad Ordovícica, deformado y metamorfozado durante la orogenia Varisca (principalmente en el Carbonífero), generando el ortogneis glandular típico de la Sierra de Guadarrama, con grandes porfiroblastos de feldespato potásico.



Figura 13. Migmatización del ortogneis glandular con algún melanosoma alrededor de las venas leucocráticas graníticas.

El paisaje granítico que se puede observar al recorrer la vía de F. C. abandonada es impresionante. Hay dos tipos de paisajes, uno más *aborregado* y llano (formando *lanchares*, con algunos bolos o *piedras caballeras*), típico del monzogranito común, mientras que los leucogranitos forman la propiamente dicha Sierra de La Cabrera

se conocen como cavidades miarolíticas. La mayoría de las pegmatitas de La Cabrera son mineralógicamente simples, con cuarzo, dos feldespatos y biotita, con algo de moscovita, turmalina (chorlita) y granate (espesartina-almandino). Otros minerales que aparecen en cristales pequeños y poco abundantes (accesorios) son fluorapatito, monacita, circón y casiterita. Todos ellos son minerales pegmatíticos ígneos, pues las pegmatitas miarolíticas pueden sufrir recrecimientos de minerales hidrotermales, posteriores.

Después del enfriamiento del plutón, las cavidades miarolíticas pueden rellenarse por la acción de fluidos hidrotermales permeantes. Se rellenan de una nueva generación de minerales que recrecen sobre los ígneos: micas, zeolitas, prehnita, calcita, ópalo y otros minerales de baja temperatura (de 150 a 300 °C) (figura 10). La microclina asociada a algunas de estas mineralizaciones hidrotermales de alta temperatura ha sido datada por K-Ar como del Cretácico inferior (hace unos 120-140 Ma., Lozano *et al.*, 2004). Finalmente, la brechificación o rotura de los minerales ígneos e hidrotermales, previos, conduce

a rellenos arcillosos o de alteración, recientes (figura 10).

En total, más de 85 especies de minerales entre magmáticos e hidrotermales se han descrito en las pegmatitas de La Cabrera (Madrid), algunos de ellos muy escasos en el mundo (p.e., stokesita: $\text{CaSnSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o kristiansenita: $\text{Ca}_2\text{ScSn}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{Si}_2\text{O}_6\text{OH})$), González del Tánago *et al.*, 2008 y 2012). Junto con las pegmatitas del plutón de Cadalso de los Vidrios, también en Madrid, son de las más complejas de los granitos variscos españoles.

El paisaje granítico que se puede observar al recorrer la vía de FC. abandonada es impresionante. Hay dos tipos de paisajes, uno más *aborregado* y llano (formando *lanchares*, con algunos bolos o *piedras caballeras*), típico del monzogranito común, mientras que los leucogranitos forman la propiamente dicha Sierra de La Cabrera, muy *aserrada* y con fracturación subvertical, dando relieves positivos (más elevados topográficamente), de piedra más dura o mecánicamente más competente, por ser de grano fino. Localmente, algún relieve leucogranítico de aspecto *dómico* presenta típica *descamación*.

Parada 3. Los metagranitos encajantes y su migmatización (un análogo de fusión parcial y generación de magmas graníticos)

Km 56 de la vía de servicios N-1, de La Cabrera a Cabanillas de la Sierra.

Las observaciones en esta parada se hacen en el talud oeste de esta vía de servicios que, en el extremo sur del recorrido, se abre en una pequeña cantera. Hemos incluido un corte esquemático de estos afloramientos (figura 11) donde se observa un sector migmatítico, análogo de cómo se forman magmas graníticos.

La roca encajante de gran parte del plutón de La Cabrera está formada por rocas metamórficas procedentes de antiguos granitos porfídicos formados durante un ciclo magmático más antiguo, posiblemente ligado a la orogenia Cado-miense (Pan-Africana). Su edad es de 480-460 Ma. (Ordovicio inferior, Paleozoico) para este sector de la Sierra de Guadarrama (Talavera *et al.*, 2013). Posteriormente a su emplazamiento y cristalización, estas rocas fueron deformadas y metamorizadas durante la orogenia Varisca (350-320 Ma., también llamada Hercínica) dando lugar a lo que se denominan *ortogneises glandulares* (glandulares porque los fenocristales tabulares de feldespato con la deformación adquieren formas parecidas a ojos) (figura 12).

En estos metagranitos cadomineses es posible observar multitud de enclaves, aunque exclusivamente de carácter *xenolítico*. Esta diferencia en tipos de enclaves, así como otros rasgos de quimismo (mayor peraluminicidad), les hacen afines a tipos-S (es decir, granitos procedentes de la fusión de meta-sedimentos) de la actual nomenclatura alfabética internacional. Tienen principalmente cuarzo, feldespato potásico (tanto en grandes glándulas como en la matriz),

La roca encajante de gran parte del plutón de La Cabrera está formada por rocas metamórficas procedentes de antiguos granitos porfídicos formados durante un ciclo magmático más antiguo

plagioclasa y micas (con biotita dominante). Los minerales accesorios que se pueden encontrar en estas rocas son cordierita, sillimanita, apatito, zircón, monacita y xenotima. Muchos de los megacristales de feldespato potásico se encuentran girados, rotados, debido a la intensa deformación sufrida, presentando recrystalizaciones en sus extremos (sombras de presión); además, la fábrica de la roca desarrolla bandas con estructuras de tipo S-C, lo que indica que las fuerzas que han actuado en estas rocas están asociadas a un estiramiento por cizallamiento.

Es importante resaltar en esta parada la presencia de variedades migmatíticas, caracterizadas por pequeñas vénulas leucocráticas de composición granítica, que representan los fundidos generados durante el enterramiento y metamorfismo Varisco (alrededor de unos 330 Ma.) (figura 13). Se observan, también, fenómenos de permeación de estos segregados magmáticos a favor de pequeñas bandas de microcizalla. Este

conjunto representaría a pequeña escala la generación de magmas y su recorrido hacia los sectores favorables para su emplazamiento.

Atravesando los ortogneises destacan unas masas blanquecinas de recorrido subvertical que son diques pegmatíticos, formados fundamentalmente por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, y donde es posible identificar algunos minerales peculiares como la cordierita (de color verde grisáceo) y la andalucita (rosa).

En la parte norte del corte se observa una intrusión tabular subhorizontal (*sill*) de leucogranito de grano fino que va cortando los ortogneises y migmatitas. Un *sill* es una lámina subhorizontal que intruye aprovechando la estratificación o la foliación de las rocas existentes ya que son planos de debilidad por los que es más fácil su avance. En este caso, probablemente proceden de la facies de grano fino que intruye en el monzogranito de La Cabrera, la cual se extendió lateralmente durante el emplazamiento granítico (figuras 3 y 7). En el corte se puede observar que este *sill* de leucogranito de grano fino intruye y desplaza otros diques más subverticales de naturaleza pegmatítica (inclinación o buzamiento de 65°N), por lo que las relaciones de intrusión y desplazamiento dan a entender que dicha pegmatita intruyó a los ortogneises previamente al emplazamiento del plutón de La Cabrera (figura 11). Siguiendo el afloramiento hacia el norte, se observa el contacto sur del plutón, volviendo a aparecer este leucogranito de grano fino y, posteriormente, el monzogranito biotítico equigranular dominante, que genera ese paisaje tan llano, de lanchares y alguna piedra caballera granítica. Al fondo se ve la gran lámina leucogranítica, ligeramente buzante al norte (figuras 3 y 7), que da lugar a la espectacular y quebrada Sierra de La Cabrera.

Bibliografía

- Bellido, F. (1979). *Estudio petrológico y geoquímico del plutón granítico de La Cabrera*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 331 pp.
- Bellido, F. y Barrera, J. L. (1979). Nódulos cordieríticos en el plutón granítico de La Cabrera (Sistema Central Español). *Estudios Geológicos* 35, 279-284.
- Casquet, C., Montero, P., Galindo, C., Bea, F. y Lozano, R. (2004). Geocronología ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb en cristal único de zircón y Rb-Sr del plutón de La Cabrera (Sierra de Guadarrama). *Geogaceta* 35, 71-74.
- González del Tánago, J., Lozano, R. y González del Tánago Chanrai, J. (2008). Plutón de La Cabrera, pegmatitas graníticas y alteraciones hidrotermales. *Bocamina* 21, 13-99.
- González del Tánago, J., Lozano, R., Larios, A. y La Iglesia, A. (2012). Stokesite crystals from La Cabrera, Madrid, Spain. *The Mineralogical Record* 43, 499-508.
- González Laguna, R. (2005). *Microfracturación y alteración hidrotermal asociada en un macizo granítico: el plutón de La Cabrera (Sistema Central Español)*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 331 pp.
- Lozano, R. (2003). *Petrología de los rellenos cálcicos hidrotermales de las cavidades miarolíticas del plutón de La Cabrera*. Tesis doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 373 pp.
- Lozano, R., Casquet, C., Galindo, C. y González Laguna, R. (2004). Miarolas del plutón de La Cabrera (Madrid). Clasificación y geocronología de los rellenos hidrotermales. *Geotemas* 6, 185-188.
- Talavera, C., Montero, P., Bea, F., González Lodeiro, F. y Whitehouse, M. (2013). U-Pb zircon geochronology of the Cambro-Ordovician metagranites and metavolcanic rocks of central and NW Iberia. *International Journal of Earth Sciences* 102, 1-23.
- Villaseca, C. y Barbero, L. (1994). Chemical variability of Al-Ti-Fe-Mg minerals in peraluminous granitoid rocks from central Spain. *European Journal of Mineralogy* 6, 691-710.